

(74) Agent: Patent Attorney, TAZAWA Hiroaki (others 2)

(54) Title:

PRESSURE SENSOR

(57) Abstract

[Purpose] To make the same pressure sensor applicable to a plurality of pressure ranges by a plurality of correction formulas corresponding to a plurality of amplification factors.  
[Constitution] In a pressure sensor possessing an arithmetic unit 11, a plurality of amplification factors and a plurality of correction formulas corresponding thereto are held, and according to the pressure input to a pressure sensor element 1, the amplification factor is switched and the pressure sensor element 1 is corrected by the corresponding correction formula.

Claims:

1. A pressure sensor, comprising: a plurality of series resistances connected between output terminals of a pressure sensor element; a switching device for switching the resistance values of the series resistances; a differential amplifier circuit to which the output of the switching device and one output of the pressure sensor element are input; an arithmetic unit connected to the output end of the differential amplifier circuit through an A/D converter to transmit a driving signal to the switching device, thereby switching the resistance value of the series resistance; and a non-volatile memory connected to the arithmetic unit to store a plurality of correction formulas corresponding to the switching rate of the switching device, wherein the resistance value of the series resistance

(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Publication of Patent Application (A)

(11) Publication Number of Patent Application: 229862/1994

(43) Date of Publication of Application: August 19, 1994

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>:

G 01 L 9/04

H 01 L 29/84

Identification Number:

101

Intraoffice Reference Number:

7269-2F

A 9278-4M

FI

Request for Examination: not made

Number of Claims: 2 FD (5 pages in total)

(21) Application Number Hei-5-36179

(22) Application Date: February 2, 1993

(71) Applicant: 000006666

Yamatake Honeywell Co., Ltd.

2-12-19, Shibuya, Shibuya-ku,

Tokyo

(72) Inventors: YOSHIKAWA Yasuhide, YANADA Takashi,

MASUDA Homare, ICHIDA Shunji

c/o Fujisawa Factory,

Yamatake Honeywell Co., Ltd.

1-12-2, Kawana, Fujisawa-shi,

Kanagawa-ken

is switched by the switching device to make the amplification factor of the differential amplifier circuit constant, and make the output of the pressure sensor element substantially constant, and according to the correction formula stored in the memory, the output characteristic of the pressure sensor element is corrected.

2. A pressure sensor, comprising: a pressure sensor element having a bridge configuration; a pair of differential amplifier circuits taking the respective output terminals of the pressure sensor element as a first input; a plurality of series resistances connected between the output ends of the differential amplifier circuits to determine the amplification factor of the differential amplifier circuit; a switching device for switching the resistance value of the series resistance; an arithmetic unit connected to the output end of the differential amplifier circuit through an A/D converter; and a non-volatile memory connected to the arithmetic unit to store a plurality of correction formulas corresponding to the switching rate of the switching device, wherein the resistance value of the series resistance is switched by the switching device to make the amplification factor of the differential amplifier circuit constant, and make the output of the pressure sensor element substantially constant, and according to the correction formula stored in the memory, the output characteristic of the pressure sensor element is corrected.

Detailed Description of the Invention:

[0001]

[Industrial Field of Application]

This invention relates to a pressure sensor adapted to process an output signal from the pressure sensor element by an arithmetic unit and correct the output signal.

[0002]

[Prior Art]

Generally in this type of a pressure sensor, resistances constituting the pressure sensor element have inherent variation, so it is necessary to correct the variation. This type of the pressure sensor has been configured heretofore as shown in Fig. 3. That is, an amplifier circuit 17, an A/D converter 9, an arithmetic unit 11 and an output circuit 15 are sequentially connected to the output end of a pressure sensor element 1. A memory 13 is connected to the arithmetic unit 11. The memory 13 previously stores only one correction formula. The amplification factor of the amplifier circuit 17 is one, so that the range for one product is fixed to one, resulting in the disadvantage of the pressure sensor that it can't cope with various detected pressure.

[0003]

[Problems that the Invention is to Solve]

The problem that the invention is to solve is that since only one amplification factor and one correction formula are possessed for one product heretofore, the pressure sensor can cope with only one range.

[0004]

It is an object of the invention to make the same pressure

sensor applicable to a plurality of ranges and especially according to the invention as claimed in claim 1, at the preceding stage of a differential amplifier circuit, the amplification factor is adjusted.

[0005]

It is an object of the invention as claimed in claim 2 to make the same pressure sensor applicable to a plurality of ranges and switch the range after the output of the pressure sensor is amplified.

[0006]

[Means for Solving the Problem]

In the pressure sensor possessing an arithmetic unit, a plurality of amplification factors and a plurality of correction formulas corresponding thereto are held, and according to the pressure input to a pressure sensor element, the amplification factor is switched and the pressure sensor element is corrected by the corresponding correction formula.

[0007]

[Operation]

In the pressure sensor of the invention, the plurality of series resistances are substantially switched to make the amplification factor of the amplifier circuit constant. The output is corrected by the correction formulas corresponding to the plurality of series resistances, which are previously stored in a memory. Especially, according to the invention of claim 1, after the series resistance is switched, the output of the pressure sensor element is amplified.

[0008]

In the pressure sensor of claim 2, the plurality of series resistances are substantially switched, whereby the amplification factor of the amplifier circuit is made constant, so that the output is corrected by the correction formulas corresponding to the plurality of series resistances, which are previously stored in the memory, and especially the output of the pressure sensor element is made constant by switching the series resistance after amplification.

[0009]

[Embodiments]

One embodiment of the invention will now be described by the attached drawings. In Fig. 1, a pressure sensor element 1 is formed by a bridge circuit of resistances Ra, Rb, Rc and Rd changing in the resistance value depending on the pressure. A series resistance 3 formed by the plurality of resistances R1, R2, R3 and R4 is substantially connected to the output end of the bridge circuit. A switching device 5 such as a manual switching device or an analog multiplexer is provided on the output ends of the series resistance 3 of the plurality of resistances. The switching device 5 is provided with switching terminals S1, S2, S3, S4 and a switch W connected among the respective resistances R1, R2, R3 and R4. One input end of a differential amplifier circuit 7 is connected to one output end of the pressure sensor element 1, and the other end thereof is connected to the switch W of the switching device 5. An arithmetic unit 11 is connected to the output end of the

differential amplifier circuit 7 through an A/D converter 9. The arithmetic unit 11 drives the switching device 5. A memory 13 is connected to the arithmetic unit 11. The memory 13 stores a plurality of correction formulas corresponding to the switching rates of the switching device 5. An output circuit 15 is connected to the output end of the arithmetic unit 11 [0010]

In the above configuration, when the pressure is applied to the pressure sensor element 1, an output signal is input through the differential amplifier circuit 7 and the A/D converter 9 to the arithmetic unit 11. When the pressure applied to the pressure sensor 1 is high, for example, when the maximum pressure is 2 [Kg/cm<sup>2</sup>], the value is input to the arithmetic unit 11, and the arithmetic unit 11 outputs a driving signal to the switching device 5. Whereupon, the switch W of the switching device 5 moves to the switching terminal S1 side, and it is detected that the resistance value of the series resistance 3 becomes lower, that is, the amplification factor of the differential amplifier circuit 7 becomes constant. Thus, the output as the whole of pressure sensor becomes substantially constant. Then, the range of the detected pressure is switched. In this condition, when the pressure of the detection object is detected, the arithmetic unit 11 corrects the output signal of the pressure sensor element 1 according to the output of the differential amplifier circuit 7 at the time and the correction formula previously stored in the memory 13.

[0011]

On the contrary, when the pressure applied to the pressure sensor element 1 is previously decided to be small, for example, when the maximum pressure is 500 [Kg/cm<sup>2</sup>], the arithmetic unit 11 switches the switching device 5 so that the amplification factor of the differential amplification circuit 7 becomes larger. That is, the switch W is driven to the switching element S4 side. Thus, the amplification factor of the differential amplifier circuit 7 becomes constant, so that the output as the whole pressure of sensor becomes substantially constant. Thus, the range of the detected pressure is switched.

[0012]

A pressure sensor shown in Fig. 2 is so constructed that a first differential amplifier circuit 71 and a second differential amplification circuit 72 are connected to the output end of a pressure sensor element 1, and a plurality of series resistances 3 are substantially connected to the output ends, that is, the subsequent stages of the differential amplification circuits 71, 72. A switching device 5 is connected between the series resistance 3 and one input end of the second differential amplifier circuit 72. A third differential amplifier circuit 19 is connected to the output end of the series resistance 3. The other configuration is the same as that of the pressure sensor shown in Fig. 1, so the description is omitted.

[0013]

In the pressure sensor shown in Fig. 2, a signal from the pressure sensor element 1 is amplified by the differential

amplifier circuits 71, 72, and then switched by the switching device 5. The output of the amplifier circuit 19 is adjusted to be substantially constant. The output of the pressure sensor element 1 is corrected by the correction formula previously stored in the memory 13. That is, similarly to the pressure sensor shown in Fig. 1, when the pressure is large, the switching device 5 is driven by the arithmetic unit 11 so that the value of the series resistance 3 becomes smaller. When the detected pressure is small, the switching device 5 is driven by the arithmetic unit 11 so that the value of the series resistance 3 becomes larger. Thus, the range of the detected pressure is switched. In this condition, when the pressure of the detection object is detected, the arithmetic unit 11 corrects the output signal from the pressure detecting element 1 according to the output of the differential amplifier circuits 71, 72 at that time and the correction formula previously stored in the memory 13.

[0014]

[Advantage of the Invention]

According to the invention, as described above, the plurality of resistances are switched to make the output substantially constant, and make the amplification factor of the differential amplifier circuit constant, whereby the range can be easily switched for the detected pressure, so that the detected pressure can be switched to the optimum range from the micro pressure to the high pressure. Accordingly, with one product, wide-range and high-accuracy measurement can be

performed. Especially, the invention of claim 1 is advantageous to the case of adjusting the amplification factor and then performing amplification.

[0015]

The invention of claim 2 is advantageous to the case of switching the range after amplifying the output of the pressure sensor by the differential amplifier circuit.

Brief Description of the Drawings:

Fig. 1 is a block circuit diagram showing one embodiment of a pressure sensor according to the invention;

Fig. 2 is a block circuit diagram showing another embodiment of a pressure sensor according to the invention; and

Fig. 3 is a block circuit diagram of the conventional pressure sensor.

[Description of the Reference Numerals and Signs]

1: pressure sensor element

3: series resistance

Ra, Rb, Rc, Rd: resistance

5: switching device

S1, S2, S3, S4: switching terminal

W: switch

7: differential amplifier circuit

71: first differential amplification circuit

72: second differential amplifier circuit

9: A/D converter

11: arithmetic unit

13: memory

- 15: output circuit
- 19: third differential amplifier circuit

FIG. 1:

- 7: DIFFERENTIAL AMPLIFIER CIRCUIT
- 9: A/D CONVERTER
- 11: ARITHMETIC UNIT
- 13: MEMORY
- 15: OUTPUT CIRCUIT

FIG. 2:

- SENSOR OUTPUT SIGNAL
- 9: A/D CONVERTER
- 11: ARITHMETIC UNIT
- 13: MEMORY
- 15: OUTPUT CIRCUIT

FIG. 3:

- 1: PRESSURE SENSOR ELEMENT
- 9: A/D CONVERTER
- 11: ARITHMETIC UNIT
- 13: MEMORY
- 15: OUTPUT CIRCUIT
- 17: AMPLIFIER CIRCUIT



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 圧力センサ素子の出力端子間に接続された複数の直列抵抗と、この直列抵抗の抵抗値を切り換える切り換え器と、この切り換え器の出力と上記圧力センサ素子の一方の出力を入力とする差動増幅回路と、この差動増幅回路の出力端にA/Dコンバータを介して接続され、駆動信号を上記切り換え器に送出することにより、上記直列抵抗の抵抗値を切り換える演算器と、この演算器に接続され、上記切り換え器の切り換え率に対応した複数の補正式を記憶する不揮発性のメモリとを備え、上記切り換え器によって上記直列抵抗の抵抗値を切り換えることにより、上記差動増幅回路の増幅率を一定にするとともに、上記圧力センサ素子の出力をほぼ一定にし、かつ上記メモリに記憶された補正式にもとづいて上記圧力センサ素子の出力特性を補正することを特徴とする圧力センサ。

**【請求項2】** ブリッジ構成された圧力センサ素子と、この圧力センサ素子の各出力端子をそれぞれ第1の入力とする一対の差動増幅回路と、これら差動増幅回路の出力端間に接続され上記差動増幅回路の増幅率を決定する複数の直列抵抗と、この直列抵抗の抵抗値を切り換える切り換え器と、上記差動増幅回路の出力端にA/Dコンバータを介して接続された演算器、およびこの演算器に接続され、上記切り換え器の切り換え率に対応した複数の補正式を記憶する不揮発性のメモリとを備え、上記切り換え器によって上記直列抵抗の抵抗値を切り換えることにより、上記差動増幅回路の増幅率を一定にするとともに、上記圧力センサ素子の出力をほぼ一定にし、かつ上記メモリに記憶された補正式にもとづいて上記圧力センサ素子の出力特性を補正することを特徴とする圧力センサ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** この発明は圧力センサ素子からの出力信号を演算器により処理し、その出力信号を補正する圧力センサに関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】** 一般にこの種の圧力センサにおいて、その圧力センサ素子を構成する抵抗が固有のばらつきを有するため、これを補正する必要がある。従来、この種の圧力センサは図3に示すように構成されている。すなわち圧力センサ素子1の出力端には増幅回路17、A/Dコンバータ9、演算器11および出力回路15が順次接続される。そして演算器11にはメモリ13が接続される。このメモリ13はあらかじめただ一つの補正式が記憶されている。また増幅回路17の増幅率も一つであり、一つの製品に対してレンジが一つに固定されてしまい、種々の検出圧力に対応できない欠点がある。

**【0003】**

**【発明が解決しようとする課題】** この発明が解決しよう

とする課題は、従来一つの製品に対して一つの増幅率および一つの補正式しか保有していないため、一つのレンジにしか対応できなかったことである。

**【0004】** この発明は、同一の圧力センサで複数のレンジに対応できることを目的とするもので、特に請求項1の発明は差動増幅回路の前段で、増幅率を調整するものである。

**【0005】** 請求項2の発明は、同一の圧力センサで複数のレンジに対応するとともに、圧力センサの出力を増幅した後、レンジ切り換えをすることを目的とする。

**【0006】**

**【課題を解決するための手段】** 演算器を保有している圧力センサにおいて、複数の増幅率とそれに対応した複数の補正式を保有し、圧力センサ素子に入力される圧力に応じて増幅率を切り換え、それに対応した補正式にて圧力センサ素子の補正を行う。

**【0007】**

**【作用】** この発明における圧力センサは実質的に複数の直列抵抗を切り換えることにより、増幅回路の増幅率が一定になる。あらかじめメモリに記憶された複数の直列抵抗に対応する補正式により出力が補正される。とくに請求項1の発明は、直列抵抗の切り換え後に圧力センサ素子の出力が増幅される。

**【0008】** 請求項2における圧力センサは、実質的に複数の直列抵抗を切り換えることにより、増幅回路の増幅率が一定となり、あらかじめメモリに記憶された複数の直列抵抗に対応する補正式により出力が補正されるが、とくに圧力センサ素子の出力は増幅後に直列抵抗の切り換えにより一定となる。

**【0009】**

**【実施例】** 以下、図によってこの発明の一実施例について説明する。すなわち図1において、圧力センサ素子1は圧力によって抵抗値の変化する抵抗R<sub>a</sub>、R<sub>b</sub>、R<sub>c</sub>およびR<sub>d</sub>のブリッジ回路により構成される。このブリッジ回路の出力端には実質的に複数の直列抵抗R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>からなる直列抵抗3が接続される。これら複数の抵抗の直列抵抗3の出力端に切り換え器5たとえば手動切り換え器やアナログマルチプレクサが設けられる。この切り換え器5には、各抵抗R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>間に接続される切り換え端子S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub>、S<sub>4</sub>および切り換え子Wが設けられる。差動増幅回路7の一方の入力端は圧力センサ素子1の一方の出力端に接続され、またその他端は切り換え器5の切り換え子Wに接続される。差動増幅回路7の出力端にはA/Dコンバータ9を介して演算器11が接続される。この演算器11は切り換え器5を駆動する。また演算器11にはメモリ13が接続される。このメモリ13は切り換え器5の切り換え率に対応した複数の補正式を記憶する。さらに演算器11の出力端には出力回路15が接続される。



【0010】上記構成において、圧力センサ素子1に圧力が加わると、その出力信号は差動増幅回路7、A/Dコンバータ9を介して演算器11に入力されるが、圧力センサ1に加わる圧力が高いとき、たとえば最大圧力が2 [Kg/cm<sup>2</sup>] のときにはその値を演算器11に入力することにより、演算器11は切り換え器5に対し、駆動信号を出力する。すると切り換え器5の切り換え子Wは切り換え端子S1側に移動し、直列抵抗3の抵抗値が低くなるように、すなわち差動増幅回路7の増幅率が一定になるところを検出する。これによって圧力センサ全体としての出力はほぼ一定になる。これによって検出圧力のレンジ切り換えがなされる。この状態で、検出対象の圧力を検出すると、そのときの差動増幅回路7の出力とメモリ13にあらかじめ記憶された補正式とから演算器11は圧力センサ素子1の出力信号を補正する。

【0011】また、逆に圧力センサ素子1に加わる圧力があらかじめ小さいと判断される場合、たとえば最大圧力が500 [Kg/cm<sup>2</sup>] のときには、演算器11は差動増幅回路7の増幅率が大きくなるように切り換え器5を切り換える。すなわち切り換え子Wが切り換え端子S4側になるように駆動する。これによって差動増幅回路7の増幅率は一定となり、これによって圧力センサ全体としての出力はほぼ一定になる。これにより、検出圧力のレンジ切り換えがなされる。

【0012】図2に示すものは圧力センサ素子1の出力端に第1の差動増幅回路71と第2の差動増幅回路72を接続し、この差動増幅回路71、72の出力端すなわち後段に実質的に複数の直列抵抗3を接続したものである。この直列抵抗3と第2の差動増幅回路72の一方の入力端間には切り換え器5が接続される。また直列抵抗3の出力端には第3の差動増幅回路19が接続される。その他の構成は図1に示すものと同一であるので、その説明を省略する。

【0013】図2に示す圧力センサにおいて、圧力センサ素子1からの信号は差動増幅回路71、72により増幅された後、切り換え器5により切り換えられる。そして増幅回路19の出力がほぼ一定になるように調整される。またメモリ13にあらかじめ記憶された補正式により圧力センサ素子1の出力は補正される。すなわち図1に示すものと同様に圧力が大きい場合には、切り換え器5は演算器11によって、直列抵抗3の値が小さくなる

ように駆動される。また検出圧力が小さい場合には切り換え器5は演算器11によって、直列抵抗3の値が大きくなるように駆動される。これによって検出圧力のレンジ切り換えがなされる。この状態で、検出対象の圧力を検出すると、そのときの差動増幅回路71、72の出力とメモリ13にあらかじめ記憶された補正式とから、演算器11は圧力検出素子1からの出力信号を補正する。

#### 【0014】

【発明の効果】この発明は上述のように、複数の抵抗を切り換えることにより、その出力をほぼ一定にするとともに、差動増幅回路の増幅率を一定にしている。このため、検出圧力に対して容易にレンジを切り換えられるため、検出圧力が微圧から高圧まで最適なレンジに切り換えることができる。従って、一つの製品で幅広い範囲で高精度な計測が行える。特に請求項1の発明は増幅率を調整した後、増幅する場合に有利である。

【0015】また請求項2の発明は、圧力センサの出力を差動増幅回路により増幅した後、レンジ切り換えをするのに有利である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明における圧力センサの一実施例を示すブロック回路図である。

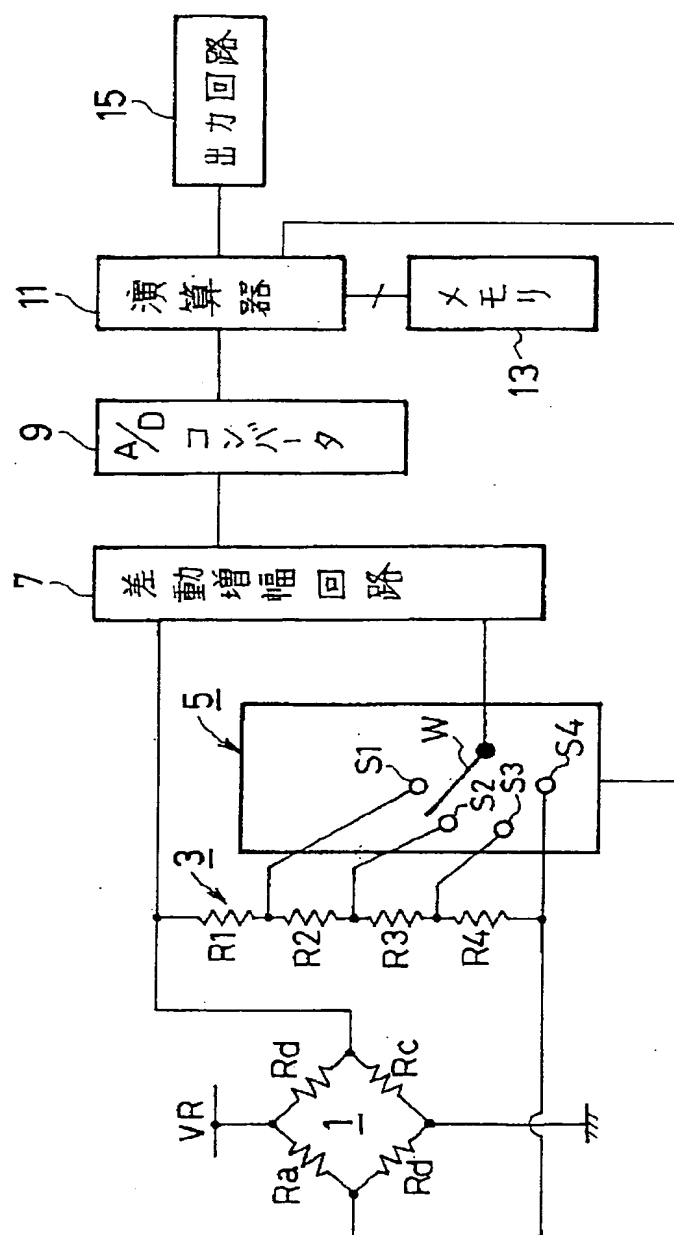
【図2】この発明における圧力センサの他の実施例を示すブロック回路図である。

【図3】従来の圧力センサのブロック回路図である。

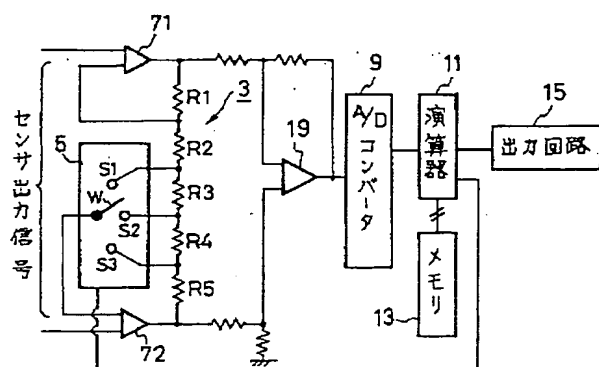
#### 【符号の説明】

- 1 圧力センサ素子
- 3 直列抵抗
- R a, R b, R c, R d 抵抗
- 5 切り換え器
- S 1, S 2, S 3, S 4 切り換え端子
- W 切り換え子
- 7 差動増幅回路
- 7 1 第1の差動増幅回路
- 7 1 第2の差動増幅回路
- 9 A/Dコンバータ
- 11 演算器
- 13 メモリ
- 15 出力回路
- 19 第3の差動増幅回路

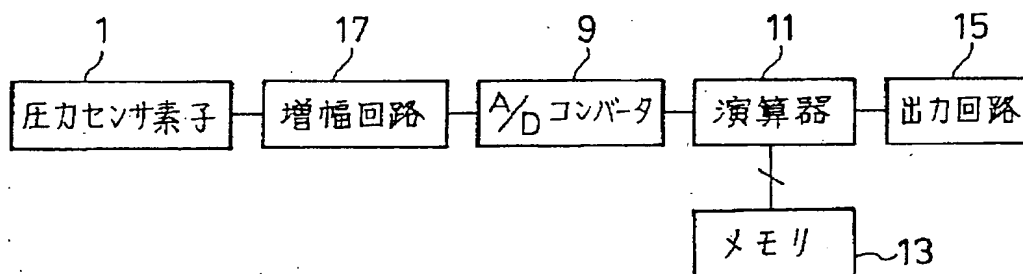
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 市田 俊司

神奈川県藤沢市川名1丁目12番2号 山武

ハネウエル株式会社藤沢工場内